

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA



## **Produção de combustíveis alternativos a partir de resíduos de biomassa verde por conversão hidrotérmica**

João Carlos Matias dos Santos

**Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e Ambiente**

Dissertação orientada por:  
Prof. Dra. Filomena Pinto e Prof. Dra. Paula Costa

Versão Pública

2016

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha família (Pai, Mãe e Irmã) e à família Modesto, nomeadamente, à Maria que está sempre disponível para me ouvir, dar-me uma palavra de conforto nos momentos mais complicados, bem como toda a energia positiva que me transmite. Agradeço, por todo o que fizeram em meu proveito, não só durante a elaboração desta dissertação, mas durante todo o meu percurso académico. A vocês, um muito obrigado.

Um especial agradecimento à minha tia Georgete e ao meu padrinho por toda a força e ajuda prestada e, por todo o esforço que fizeram ao longo destes últimos dois anos. A vocês, um muito obrigado.

Um profundo agradecimento às Professoras Filomena Pinto e Paula Costa, pela oportunidade e incentivo de desenvolver este trabalho e pelo otimismo demonstrado e disponibilidade ao longo do trabalho, sem as quais teria sido mais difícil. Um muito obrigado.

Agradeço ao Laboratório Nacional de Energia e Geologia por permitir realizar este trabalho. O meu agradecimento às pessoas que partilharam o seu tempo durante o período de realização dos ensaios experimentais e toda a disponibilidade ao longo do trabalho. A vocês, um muito obrigado pela vossa colaboração.

Agradeço aos meus amigos, aqueles com quem eu partilho os meus momentos, aqueles que espero que continuem a permanecer durante muitos e largos anos, presentes na minha vida. A vocês, um muito obrigado.

## Resumo

A liquefação hidrotérmica (HTL) é um importante processo de conversão termoquímica que é usado para converter matérias-primas com teor elevado de humidade, tal como material lenhocelulósico e biomassa aquática em bioenergia e produtos químicos de valor acrescentado. Este processo é ambientalmente atrativo pois é realizado em presença de água (solvente) com temperaturas entre 250-374 °C e com pressões 4-22 MPa.

O objetivo deste estudo é estudar a HTL dos resíduos de relvas de jardim e de outras áreas lúdicas, as quais não competem com produtos alimentares, para a produção de biocombustíveis. Foi estudado o efeito das seguintes condições experimentais: a temperatura, tempo de reação e razão biomassa/solvente no rendimento do bio-óleo. No entanto, como este processo é adequado para receber qualquer tipo de biomassa verde, então as matérias-primas a utilizar podem ser estendidas para outros resíduos verdes, tais como hortícolas provenientes do sector agroindustrial e da comercialização destes produtos, etc.

Nos ensaios de HTL utilizou-se a relva tal como recebida, esta só sofreu uma redução de tamanho até valores entre 5-20 mm. As condições experimentais avaliadas mostraram que a produção de bio-óleo é dependente das mesmas. As condições de reação otimizadas para a produção mais elevada de bio-óleo foram a 325°C durante 30 min e com uma razão biomassa/solvente de 1/20, obtendo um rendimento máximo de 21% em base tal qual. A elevação da temperatura de 300 para 325 °C favoreceu o rendimento do bio-óleo e o aumento do tempo de reação de 5 para 30 min proporcionou ganhos na produção de bio-óleo, acima dos 30 min houve uma estabilização na produção de bio-óleo.

Por isso foi selecionado o tempo de reação de 30 min de reação e a temperatura de 325 °C para a HTL de relvas. Também foi observado que o aumento da razão da biomassa/solvente garante o aumento da produção de bio-óleo.

Para o bio-óleo produzido, os hidrocarbonetos identificados por cromatografia gasosa, foram reduzidos, o que pressupõe a necessidade de melhoramento do bio-óleo para aumentar os teores de hidrocarbonetos. Sendo os alcanos os compostos que apresentaram concentrações mais elevadas.

**Palavras-Chave:** Biocombustíveis, Bio-óleo, Hidrocarbonetos, HTL, Relvas

## Abstract

Hydrothermal liquefaction (HTL) is an important process of thermochemical conversion is used to convert raw materials with high moisture content, such as lignocellulosic material and aquatic biomass, to bioenergy and added value chemicals. This process is environmentally attractive because it is carried out in the presence of water (the solvent) at temperatures between 250-374 ° C and at pressures in the range of 4-22 MPa.

The aim of this study is to convert the grass garden waste and other ludic areas, which do not compete with food, into biofuels by HTL process. The effect of the following experimental conditions was studied: temperature, reaction time and biomass / solvent on the yield of bio-oil. However, as this process is suitable to receive any kind of green biomass, the raw materials to be used can be extended to other green wastes such as vegetables from the agroindustrial activities and from the marketing sector of these products, etc.

In HTL experimental tests the grass was used as received, there was only a decrease in the size to values between 5-20 mm. The experimental conditions evaluated showed that bio-oil is dependent by these conditions. The reaction conditions optimized for the highest production of bio-oil were 325 ° C for 30 min and with a biomass / solvent ratio of 1/20, leading to a maximum yield of 21% (as received basis). The temperature elevation from 300 to 325 ° C promoted the yield of bio-oil and the increase of reaction time from 5 to 30 min favored the production of bio-oil, however, over 30 min there was a stabilization in the production of bio-oil.

For this reason, it was selected the reaction time of 30 min and the reaction temperature of 325 ° C for HTL grass. It was also observed that increasing the biomass / solvent ratio guarantees an increase in the production of bio-oil.

For the bio-oil produced, the hydrocarbons content identified by gas chromatography, were reduced, which imply the need to improve/upgrade the bio-oil to achieve an increase in hydrocarbon content. Of the hydrocarbons quantified, the alkanes presented the highest concentrations. Alkenes and aromatic compounds were also quantified, though in lower contents.

**Keywords:** Biofuels, Bio-oil, Grass, Hydrocarbons, HTL